



GP2544

PATENT

5-31-01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of:

Sghaier NOURY et al.

Group Art Unit: 2914

Serial Number: 09/698,247

Examiner:

Filing Date: October 30, 2000

For: FUNCTIONAL REPLICATOR OF A SPECIFIC INTEGRATED CIRCUIT AND ITS  
USE AS AN EMULATION DEVICE

RECEIVED  
FEB 22 2001  
Technology Center 2600

RECEIVED  
MAY 24 2001  
Technology Center 2100

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

February 21, 2001

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for this application, and the priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

**European Patent Appln. No. 00480051.2 filed June 16, 2000.**

In support of this claim, a certified copy of the foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. § 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document in the next Patent Office communication.

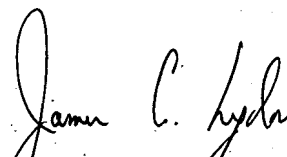
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

U.S. Patent Appln. S.N. 09/698,247  
CLAIM TO PRIORITY

**PATENT**

Please charge our Deposit Account No. 50-1258 in the event any fees are required for entry and consideration of this Claim to Priority.

Respectfully submitted,

  
James C. Lydon  
Reg. No. 30,082

Atty. Case No.: BONN-039  
100 Daingerfield Road  
Suite 100  
Alexandria, Virginia 22314  
Telephone: (703) 838-0445  
Facsimile: (703-838-0447  
JCL/lcw

RECEIVED  
JUN 16 1987  
FBI - NEW YORK

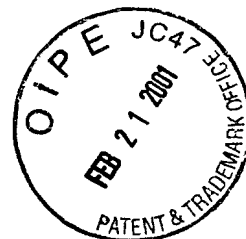
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**



**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

**RECEIVED**

**FEB 22 2001**

**Technology Center 2600**

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

**00480051.2**

**RECEIVED**

**MAY 24 2001**

**Technology Center 2100**

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**I.L.C. HATTEN-HECKMAN**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung  
Sheet 2 of the certificate  
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.: 00480051.2  
Demande n°:

Anmeldetag:  
Date of filing: 16/06/00  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
Europe Technologies S.A.  
06560 Valbonne  
FRANCE

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention:  
Titre de l'invention:

**Dispositif de reproduction fonctionnelle d'un circuit intégré spécifique et son utilisation comme  
dispositif d'émulation**

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:  
**G06F11/26**

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



### Domaine de la technique

La présente invention concerne de façon générale le prototypage, le développement et l'émulation des circuits intégrés spécifiques destinés à être incorporés dans des  
5 cartes d'application et concerne en particulier un dispositif de reproduction fonctionnelle d'un circuit intégré spécifique et son utilisation comme dispositif d'émulation lorsque le circuit intégré est incorporé dans une carte d'application.

10

### Etat de la technique

Pendant longtemps la technique des circuits intégrés à base de silicium qui a bénéficié d'une miniaturisation de plus en plus poussée, a été dominée par les circuits  
15 intégrés dits standards basés sur une unité de traitement centrale (CPU) ou un microprocesseur. Depuis quelques années la nouvelle tendance est aux circuits intégrés spécifiques (ASIC) à base de cœur de micro utilisant le jeu d'instructions étendu (CISC) ou le jeu d'instructions réduit  
20 (RISC). Mais qu'ils soient standards ou spécifiques, les circuits intégrés sont confrontés durant leur élaboration à trois problèmes : l'émulation qui consiste à remplacer dans l'application finale le circuit intégré ou la puce par un dispositif d'émulation effectuant les mêmes fonctions que le  
25 circuit intégré, le prototypage consistant à obtenir un prototype du futur circuit intégré et le développement consistant à tester aussi bien le matériel que le logiciel applicatifs et éventuellement déboguer en cas d'erreurs.

L'approche conventionnelle de l'émulation des circuits  
30 intégrés a souffert d'une hypothèse fondamentale qui est considérée encore aujourd'hui comme une vérité immuable. C'est qu'un circuit intégré ou une puce monolithique ne peut être émulée que par un autre circuit intégré, c'est à dire

une autre puce monolithique qui contient au moins l'ensemble des fonctions contenues dans le circuit intégré à émuler. Les puces utilisées pour l'émulation contiennent généralement un ensemble de fonctions que l'on a rendu  
5 accessibles de l'extérieur par une extension des entrées/sorties de la puce. Ces puces permettent donc d'émuler tout circuit intégré ayant des fonctions qui constituent un sous-ensemble de l'ensemble de fonctions de la puce servant pour l'émulation. De telles puces qui  
10 constituent la base de l'émulation conventionnelle ont été appelées indifféremment SE chip, Bound out chip, DEV chip, Emulation chip, Super chip ou Piggy-Back.

Malheureusement, cette approche conventionnelle présente un inconvénient majeur. En effet, du fait que la puce  
15 d'émulation ne comporte qu'un ensemble donné de fonctions, elle ne peut servir à émuler qu'un nombre restreint de circuits intégrés. Par conséquent, la moindre modification du circuit intégré autre que la taille mémoire nécessitée par les besoins de l'application a des chances de nécessiter  
20 le développement d'une nouvelle puce d'émulation. Il est donc habituel d'attendre plus d'un an le développement d'un circuit d'émulation pour pouvoir procéder à l'émulation d'un circuit intégré résultant d'une modification d'un circuit intégré existant puisque l'exploitation d'un nouveau circuit  
25 intégré ne peut avoir lieu qu'après avoir validé son circuit d'émulation. Cette nécessité de développer quasiment à chaque fois un nouveau circuit d'émulation a rendu très difficile et très coûteux le développement des circuits intégrés qu'ils soient nouveaux ou qu'ils résultent de  
30 modifications de circuits intégrés existants. En plus, ce problème est devenu crucial avec l'augmentation continue des circuits intégrés spécifiques dans la mesure où il est devenu nécessaire de développer de nouveaux circuits

d'émulation très rapidement pour répondre aux besoins croissants d'applications spécifiques et à l'évolution rapide des applications.

Pour résoudre le problème ci-dessus, il a été proposé  
5 d'adjoindre au circuit d'émulation un réseau logique programmable externe du type FPGA pour incorporer quelques fonctions supplémentaires. Cette solution ne peut pas convenir quand il faut créer un nouveau circuit intégré spécifique contenant plusieurs fonctions périphériques  
10 devant être émulées en temps réel attendu que l'accès à ces fonctions se fait par le bus externe et non par le bus interne et donc à une vitesse bien inférieure. En outre, une telle solution est totalement inopérante lorsque le circuit intégré nécessite d'y adjoindre des fonctions analogiques.

15 En ce qui concerne le prototypage et le développement d'un circuit intégré, les solutions existantes consistent à utiliser un ensemble de cartes éclatées représentant le circuit intégré à fabriquer ou à utiliser un circuit d'émulation mentionné précédemment auquel on adjoint un ou  
20 plusieurs réseaux programmables du type FPGA intégrant les fonctions requises. Ceci conduit à ne faire que des prototypes qui sont trop lents et ne représentent pas le circuit intégré en temps réel ou qui sont très proches du circuit d'émulation limitant ainsi les performances et les  
25 possibilités offertes par ces solutions en raison du nombre restreint des fonctions que l'on trouve traditionnellement dans un circuit d'émulation standard. Il est clair que la nécessité de développer de plus en plus des circuits intégrés spécifiques pour les nouvelles applications sans  
30 cesse plus nombreuses et leur complexité croissante ont créé un besoin crucial de disposer de dispositifs de prototypage et de développement rapides et efficaces.

### Exposé de l'invention

Le but principal de l'invention est donc de fournir un dispositif de reproduction fonctionnelle d'un circuit intégré spécifique destiné à être utilisé pour l'émulation  
5 du circuit intégré dans une application spécifique.

Un autre but de l'invention est également de fournir un dispositif de reproduction fonctionnelle d'un circuit intégré spécifique pouvant être utilisé comme dispositif de prototype du circuit intégré.

10 Encore un autre but de l'invention est aussi de fournir un dispositif de reproduction fonctionnelle d'un circuit intégré spécifique pouvant être utilisé comme plate-forme de développement du circuit intégré.

L'objet de l'invention est ainsi un dispositif de  
15 reproduction fonctionnelle en temps réel d'un circuit intégré spécifique composé d'une unité de traitement et des périphériques pour effectuer des fonctions spécifiques numériques et/ou analogiques sous la commande d'un logiciel spécifique, ce circuit intégré spécifique étant destiné à  
20 être incorporé dans une carte d'application déterminée. Le dispositif comprend un module de traitement fonctionnellement identique à l'unité de traitement du circuit intégré spécifique, une pluralité de modules périphériques pouvant chacun exécuter une ou plusieurs  
25 fonctions numériques et/ou analogiques qui peuvent être chacune sélectionnées séparément, et un module d'interconnexion de fonctions pour établir les connexions entre le module de traitement et des fonctions numériques et/ou analogiques préalablement sélectionnées se trouvant  
30 dans au moins un des modules périphériques, identiques aux fonctions spécifiques du circuit intégré spécifique, de sorte que le dispositif de reproduction se comporte de la

même façon que le circuit intégré spécifique lorsque le logiciel spécifique est exécuté.

#### Description brève des dessins

5 Les buts, objets et autres avantages de l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description qui suit fait en référence aux dessins dans lesquels :

la figure 1 est un bloc-diagramme représentant le dispositif de reproduction fonctionnelle selon l'invention  
10 ainsi que les autres composants nécessaires pour le faire fonctionner comme dispositif d'émulation, de prototypage ou de développement,

la figure 2 représente un organigramme des étapes nécessaires pour la mise en œuvre du dispositif de reproduction fonctionnelle selon l'invention aussi bien  
15 comme dispositif d'émulation, de prototypage ou de développement,

la figure 3 est un diagramme en fonction du temps des différentes phases mises en jeu pour la réalisation d'une  
20 carte d'application lorsque la technique classique est utilisée, et

la figure 4 est un diagramme en fonction du temps des différentes phases mises en jeu pour la réalisation d'une  
carte d'application lorsque le dispositif de reproduction  
25 fonctionnelle selon l'invention est utilisé.

#### Description détaillée de l'invention

Comme illustré sur la figure 1, le dispositif de reproduction fonctionnelle 10 selon l'invention comprend  
30 principalement un module de traitement 12 connecté à des modules périphériques 14, 16 ou 18 au moyen d'un module d'interconnexion de fonctions 20, ainsi qu'un module d'interconnexion d'entrée/sortie 22 à la sortie des modules

périphériques et une interface 24 qui permet la connexion du dispositif de reproduction fonctionnelle à une carte d'application 26 .

Le module de traitement 12 est une unité de traitement classique (type CPU), généralement sous forme de puce de silicium, mais sans les fonctions qui font habituellement partie intégrante d'un circuit intégré. Toutes les liaisons internes qui sont normalement incorporées dans le circuit intégré font ici l'objet de connexions externes représentées globalement par le bus 28 appelé bus interne par la suite. En conséquence le module de traitement 12 occupe un place bien plus importante que la puce qui contiendra le circuit intégré spécifique qui est reproduit fonctionnellement attendu qu'il comporte beaucoup plus de connexions vers l'extérieur (environ 400) que la puce finale (environ 150).

Les modules périphériques sont des circuits intégrés contenant sur une même puce une pluralité de fonctions qui peuvent être implémentées dans un circuit intégré spécifique. Les modules sont divisés en deux catégories : des modules non programmables (NP) tels que les modules 14 ou 16 et des modules programmables (PROG) tels que le module 18. Les modules non programmables sont des circuits intégrant chacun plusieurs dizaines de fonctions numériques et/ou analogiques. Des fonctions numériques classiques sont par exemple : un générateur d'impulsions de temps ou un Timer, une fonction USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Trasmitter), ou la fonction spécifique CAN qui est un protocole de communication dans l'industrie et l'automobile. Des fonctions analogiques classiques sont par exemple des convertisseurs analogique-numérique (ADC) ou numérique-analogique, des amplificateurs opérationnels ou des comparateurs analogiques. Le dispositif selon l'invention en comporte plusieurs de façon à prévoir toutes

les fonctions possibles de façon à permettre au circuit intégré spécifique d'être adapté à l'application visée et d'évoluer avec les applications, attendu que l'on pourra reprogrammer à volonté le dispositif selon l'invention pour  
5 qu'il corresponde à une nouvelle application. Quant aux modules programmables, ce sont généralement des réseaux logiques programmables du type FPGA (Field Programmable Gate Array) qui permettent en les programmant de réaliser des fonctions numériques voulues.

10 Le module d'interconnexion de fonctions 20 est une matrice d'interconnexion pouvant être programmée de manière à connecter au moyen du premier bus de liaison 30, les lignes du bus interne 28 à certaines fonctions d'au moins un des modules périphériques 14, 16 et 18 correspondant aux  
15 fonctions qui seront incorporées dans le circuit intégré final.

Le module d'interconnexion d'entrée/sortie 22 est également une matrice d'interconnexion programmée de la même façon que le module d'interconnexion de fonctions pour  
20 connecter les sorties des fonctions sélectionnées dans les modules périphériques au moyen d'un second bus de liaison 32, au bus de sortie 34. Le bus de sortie 34 peut être connecté à la carte d'application par une nappe 36 et un circuit d'interface 24. En fait, la nappe 36 est connectée  
25 aux connexions de sortie du circuit intégré 27 qui n'a pas encore été incorporé sur la carte 26. (il est représenté en pointillés sur la figure). Ceci permet au dispositif 10 de servir de dispositif d'émulation lorsque la nappe 36 est connectée à la carte 26.

30 Le dispositif de reproduction fonctionnelle 10 est connecté à un ordinateur hôte 38 par une interface série du type JTAG 40 qui permet de télécharger du code de l'ordinateur vers le module de traitement, ceci dans le but

principalement d'effectuer les tests et le débogage au niveau du logiciel.

Pour chaque circuit intégré spécifique à émuler, le dispositif de reproduction fonctionnelle doit être configuré pour reproduire identiquement les fonctions du circuit intégré. Pour cela, on élabore un programme en HDL (Hardware Description Language) établi selon les fonctions à sélectionner. Le code obtenu fourni par l'ordinateur hôte 38 est emmagasiné dans une mémoire du type Flash 42. Puis, en se servant du code mémorisé, un automate programmable 44 effectue la conversion parallèle série du code et procède à la programmation de la configuration en activant les connexions appropriées dans le module d'interconnexion 20 d'abord puis ensuite dans le module d'interconnexion 22.

Le dispositif de reproduction fonctionnelle 10 comprend également un module mémoire 43 et un module d'émulation ROM 45, tous deux connectés au module de traitement 12. Le module mémoire sert à emmagasiner le logiciel qui sera utilisé pour l'application et qui est transmis au module de traitement 12.

Le module d'émulation ROM 45 sert à pallier le problème résultant du fait qu'il est difficile d'utiliser le module mémoire 43 pour émuler la ROM du circuit intégré étant donné que le temps d'accès n'est pas le même et la largeur du bus mémoire (16 bits) est différente de la largeur de 32 bits utilisée en interne. En conséquence, le module 45 est une mémoire SSRAM ayant le même type d'accès que la ROM (32 bits et adresse fixe) avec le même temps d'accès (1 cycle en lecture). Un signal permet d'initialiser (boot) sur le module 45, ce qui permet de reproduire les conditions de fonctionnement exactes de la future ROM et donc de valider l'intégralité du logiciel avant de l'inscrire définitivement



dans le silicium, d'où une diminution des risques dans la création du circuit intégré spécifique avec ROM.

Enfin, un analyseur logique 46 peut être connecté au bus interne 28 par un premier bus extérieur 48 et au bus de sortie 34 par un second bus extérieur 50. L'analyseur logique 46 sert pendant les phases de test à tester le bon fonctionnement du dispositif de reproduction fonctionnelle 10 ainsi que celui de la carte 26 ceci aussi bien en ce qui concerne le matériel qu'en ce qui concerne le logiciel.

Les connexions de l'analyseur logique avec le dispositif de reproduction fonctionnelle 10 permettent de corrélérer tous les signaux qui sortent normalement du circuit intégré. En outre, l'architecture éclatée du dispositif 10 permet de surveiller également des signaux internes au circuit sur le bus interne 28 et donc de voir toutes les interactions en temps réel entre le code, le module d'interconnexion d'entrée/sortie 22 et de très nombreux signaux internes tels que les interruptions des modules, le bus périphérique, etc.

La mise en œuvre du dispositif de reproduction fonctionnelle selon l'invention dont les différentes étapes sont représentées par l'organigramme de la figure 2, commence par la définition et la sélection des fonctions (60) devant être incorporées dans le circuit intégré spécifique à réaliser. Cette sélection est effectuée en sélectionnant les modules périphériques non programmables contenant les fonctions voulues. La question se pose alors de savoir si ces fonctions se trouvent toutes dans les modules MP (62). Si ce n'est pas le cas, il faut ajouter les fonctions numériques manquantes en programmant un ou plusieurs modules FPGA (64). Cette programmation se fait généralement au moyen d'un automate qui programme les fonctions du module FPGA à sa mise sous tension grâce à du

code qui a préalablement été développé dans une station de travail.

Lorsque les fonctions ont été sélectionnées l'étape suivante consiste à établir la programmation en langage HDL  
5 (66) qui va permettre d'obtenir la configuration voulue résultant de la sélection précédente des fonctions. Le code obtenu est emmagasiné dans la mémoire flash 42. Ce code est utilisé pour effectuer l'assemblage des modules du dispositif de reproduction fonctionnelle en étant exécuté  
10 par l'automate 44 qui procède à la configuration du module d'interconnexion de fonctions (68).

L'étape suivante consiste à déterminer si on désire se servir du dispositif comme dispositif de prototypage (70) pour obtenir un prototype circuit intégré spécifique. Si  
15 c'est le cas, on effectue le chargement des bits dans le module de traitement 12 au moyen de l'ordinateur hôte 38 (72) et on effectue un programme de test approprié (74).

L'étape suivante consiste à déterminer si on désire se servir du dispositif de l'invention comme plate-forme de  
20 développement (76). Si c'est le cas on procède au test d'au moins une partie du code qui sera utilisé dans l'application (78). En effet, le dispositif de reproduction fonctionnelle selon l'invention qui dispose de sa propre horloge (non montrée), de sa propre mémoire 43 et de ses propres  
25 fonctionnalités 14, 16, 18, est donc autonome. Il permet donc de tester la bonne exécution des algorithmes du logiciel d'application et la modification de sa PLL permet une évaluation en temps réel des performances des algorithmes. En outre, certaines fonctions mises en oeuvre  
30 sont connectées sur des sorties standard et peuvent donc être stimulées par des appareils extérieurs tels que des terminaux et autres interfaces de communication. En outre,

on a la possibilité de les visualiser sur l'écran de l'analyseur logique.

On doit noter que, lorsque le dispositif selon l'invention est utilisé comme dispositif de prototypage, l'utilisateur (designer) vient exciter toutes les fonctions des modules périphériques, alors que, lorsque le dispositif est utilisé comme plate-forme de développement, l'utilisateur (informaticien) exécute le logiciel pour tester ses algorithmes, l'interaction entre le logiciel et le circuit intégré et les performances du logiciel.

Puis on passe à l'étape suivante consistant à la configuration du module d'interconnexion d'entrée/sortie (80) de façon à obtenir les connexions de sortie identiques à celles du circuit intégré à réaliser. Le test permet de déterminer si le module d'interconnexion d'entrée/sortie est optimisé (82). Si ce n'est pas le cas on effectue à nouveau la configuration du module d'interconnexion d'entrée/sortie avec les paramètres corrigés à la suite du test.

Lorsque le module d'interconnexion d'entrée/sortie est optimisé, le dispositif de reproduction fonctionnelle est connecté à la carte d'application (84). Puis les tests de la carte et du code de l'application sont effectués (86) avant d'entreprendre la fabrication du circuit intégré spécifique (88). On doit noter que cette fabrication peut être entreprise plus en amont, par exemple après l'optimisation de la configuration.

Comme illustré sur la figure 3, la méthode classique de réalisation exige que l'application soit testée lorsque le circuit intégré est opérationnel, c'est à dire après sa fabrication. La réalisation de l'application ne débute donc que très tard dans l'ensemble du processus. Il en est de même pour le logiciel dont la réalisation se situe en fin de processus. Grâce à l'utilisation du dispositif de

reproduction fonctionnelle selon l'invention, la durée du processus d'élaboration de la carte d'application est considérablement réduite. En effet, comme illustré sur la figure 4, la réalisation de l'application peut alors débiter  
5 après en même temps que la conception du circuit intégré sans attendre sa fabrication puisque le test de l'application peut débiter après la conception du circuit intégré et sa reproduction fonctionnelle par le dispositif de l'invention. Il en est de même pour le logiciel. Des  
10 tests de qualification sont toutefois nécessaires comme le montre la figure 4, après la fabrication du circuit intégré. Si la fin du processus d'élaboration se situe à un temps  $T_1$  avec la méthode classique, la fin du même processus se situe au temps  $T_2$  en utilisant le dispositif selon l'invention,  
15 temps  $T_2$  qui est inférieur de plus de 40% au temps  $T_1$ .

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de reproduction fonctionnelle en temps réel (10) d'un circuit intégré spécifique composé d'une unité de traitement et des périphériques pour effectuer des fonctions spécifiques numériques et/ou analogiques sous la  
5 commande d'un logiciel spécifique, ledit circuit intégré spécifique étant destiné à être incorporé dans une carte d'application déterminée ; ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend :

un module de traitement (12) fonctionnellement  
10 identique à ladite unité de traitement dudit circuit intégré spécifique,

une pluralité de modules périphériques (14, 16, 18) pouvant chacun implémenter une ou plusieurs fonctions numériques et/ou analogiques, chacune desdites fonctions  
15 pouvant être sélectionnée séparément, et

un module d'interconnexion de fonctions (20) pour établir les connexions entre ledit module de traitement et une ou plusieurs fonctions numériques et/ou analogiques préalablement sélectionnées se trouvant dans au moins un  
20 desdits modules périphériques, lesdites fonctions étant identiques auxdites fonctions spécifiques dudit circuit intégré spécifique, de sorte que ledit dispositif de reproduction se comporte de façon identique audit circuit intégré spécifique lorsque ledit logiciel spécifique est  
25 exécuté.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit module d'interconnexion de fonctions (20) est connecté audit module de traitement (12) par un bus dit interne (28) regroupant les liaisons internes dudit circuit intégré  
30 spécifique entre son unité de traitement et ses périphériques.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel lesdits modules périphériques comprennent un ou plusieurs circuits intégrés (14, 16) spécialement conçus pour implémenter chacun une pluralité de fonctions  
5 numériques et/ou analogiques.

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel lesdits modules périphériques comprennent également un ou plusieurs réseaux logiques programmables du type FPGA (18) qui ont été préalablement programmés pour pouvoir  
10 implémenter au moins une fonction numérique préalablement sélectionnée et qui ne peut pas être implémentée par lesdits circuits intégrés (14, 16) spécialement conçus pour implémenter les fonctions numériques et/ou analogiques.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4,  
15 dans lequel ledit module d'interconnexion de fonctions (20) est configuré par un automate programmable (44) au moyen d'un logiciel élaboré lorsque lesdites fonctions numériques et/ou analogiques devant être implémentées par lesdits modules périphériques (14, 16, 18) ont été sélectionnées.

20 6. Dispositif selon la revendication 5, comprenant en outre un module d'interconnexion d'entrée/sortie (22) et une interface (24) connectée audit module d'interconnexion d'entrée/sortie par un bus d'entrée/sortie (34) et pouvant être connectée aux broches d'entrée/sortie du circuit  
25 intégré spécifique dans la carte d'application déterminée, , ledit module d'interconnexion d'entrée/sortie établissant les connexions entre les sorties des fonctions numériques et/ou analogiques préalablement sélectionnées desdits modules périphériques (14, 16, 18) et ladite interface.

30 7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, dans lequel ledit module d'interconnexion d'entrée/sortie (22) est configuré par ledit automate programmable (44) au moyen

dudit logiciel élaboré lorsque lesdites fonctions numériques et/ou analogiques ont été sélectionnées.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre un module d'émulation ROM (45) connecté  
5 directement audit module de traitement (12) pour émuler la mémoire ROM dudit circuit intégré spécifique, ledit module d'émulation ROM étant de préférence une mémoire SSRAM. ayant le même type d'accès et le même temps d'accès que ladite mémoire ROM.

10 9. Dispositif selon la revendication 8, utilisé comme dispositif d'émulation dudit circuit intégré spécifique lorsque ladite interface (24) est connectée par exemple à l'aide d'une nappe (36), aux broches d'entrée/sortie dudit circuit intégré spécifique (27) destiné à être incorporé  
15 dans ladite carte d'application déterminée (26).

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, utilisé comme dispositif de prototypage pour implémenter un prototype dudit circuit intégré spécifique (27) destiné à être incorporé dans ladite carte d'application déterminée  
20 (26).

11 Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, utilisé comme plate-forme de développement dudit circuit intégré spécifique (27) destiné à être incorporé dans ladite carte d'application déterminée (26).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Dispositif de reproduction fonctionnelle d'un circuit  
intégré spécifique et son utilisation  
comme dispositif d'émulation**

**ABREGE**

Dispositif de reproduction fonctionnelle en temps réel (10) d'un circuit intégré spécifique composé d'une unité de traitement et de périphériques pour effectuer des fonctions spécifiques numériques et/ou analogiques sous la commande d'un logiciel spécifique, le circuit intégré spécifique étant destiné à être incorporé dans une carte d'application déterminée. Le dispositif comprend un module de traitement (12) fonctionnellement identique à l'unité de traitement du circuit intégré spécifique, une pluralité de modules périphériques (14, 16, 18) pouvant chacun exécuter une ou plusieurs fonctions numériques et/ou analogiques, et un module d'interconnexion de fonctions (20) pour établir les connexions entre le module de traitement et des fonctions numériques et/ou analogiques déterminées se trouvant dans au moins un des modules périphériques, identiques aux fonctions spécifiques du circuit intégré spécifique, de sorte que le dispositif de reproduction se comporte de la même façon que le circuit intégré spécifique lorsque le logiciel spécifique est exécuté.

Figure 1

1/4

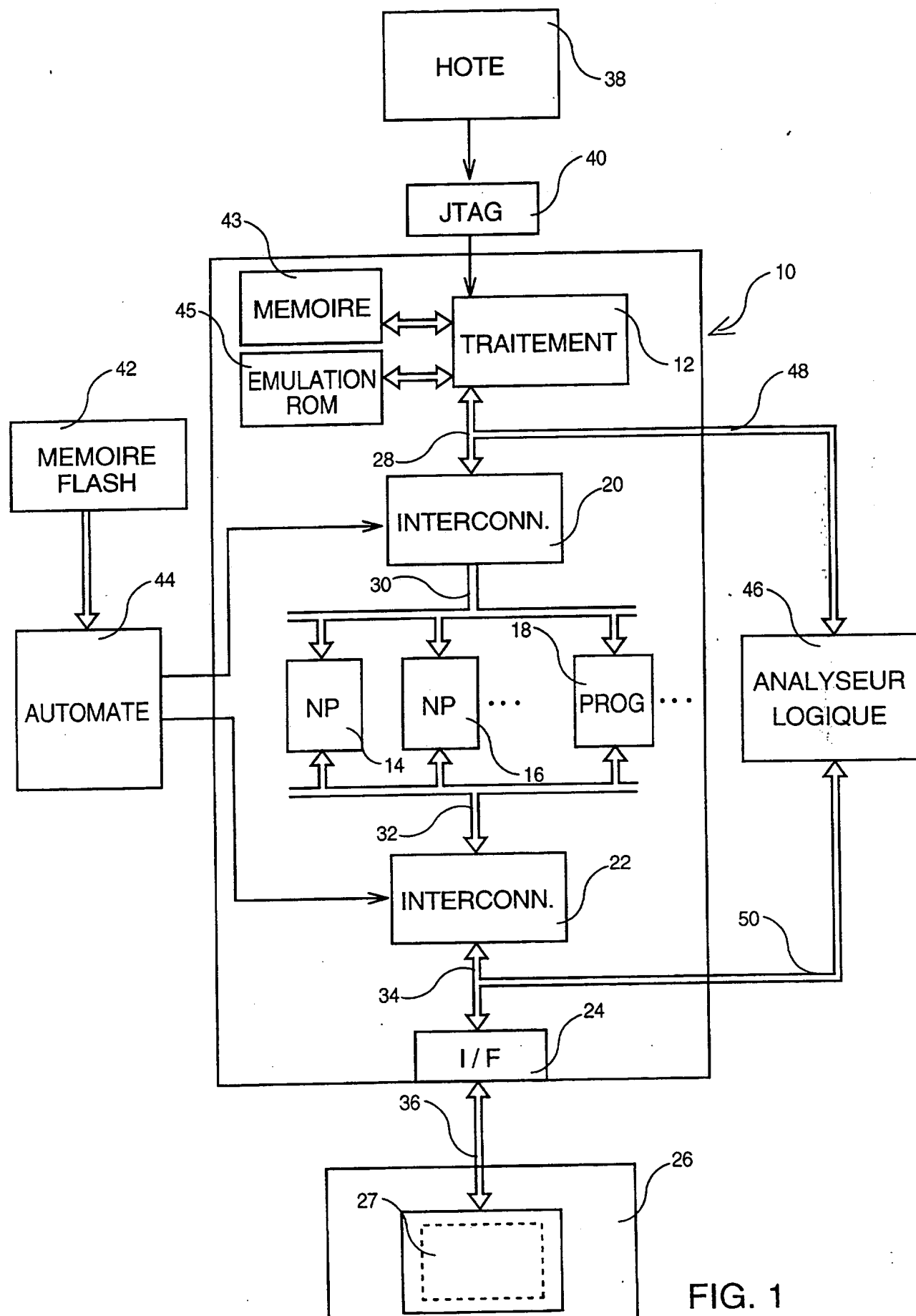


FIG. 1

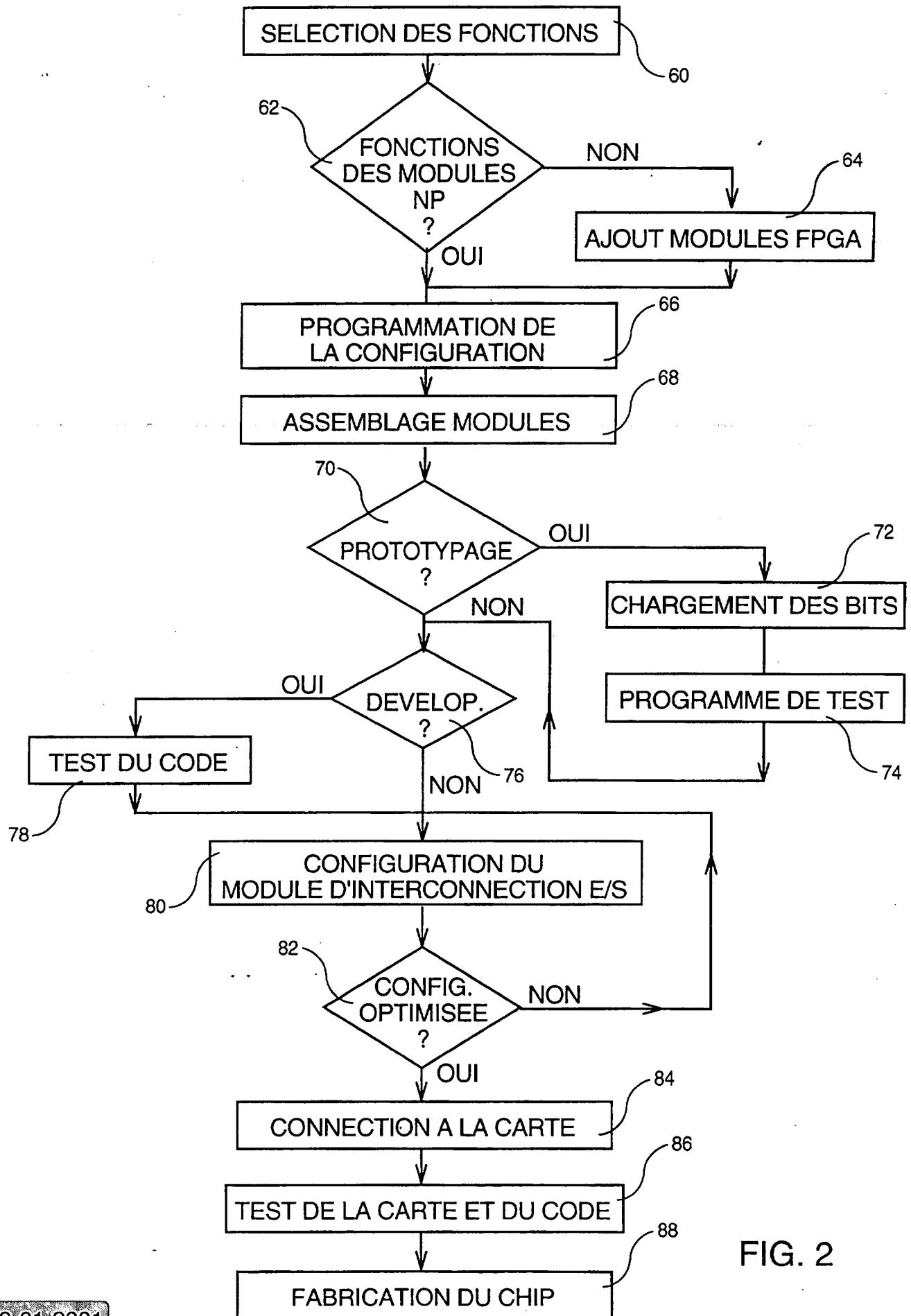


FIG. 2

3/4

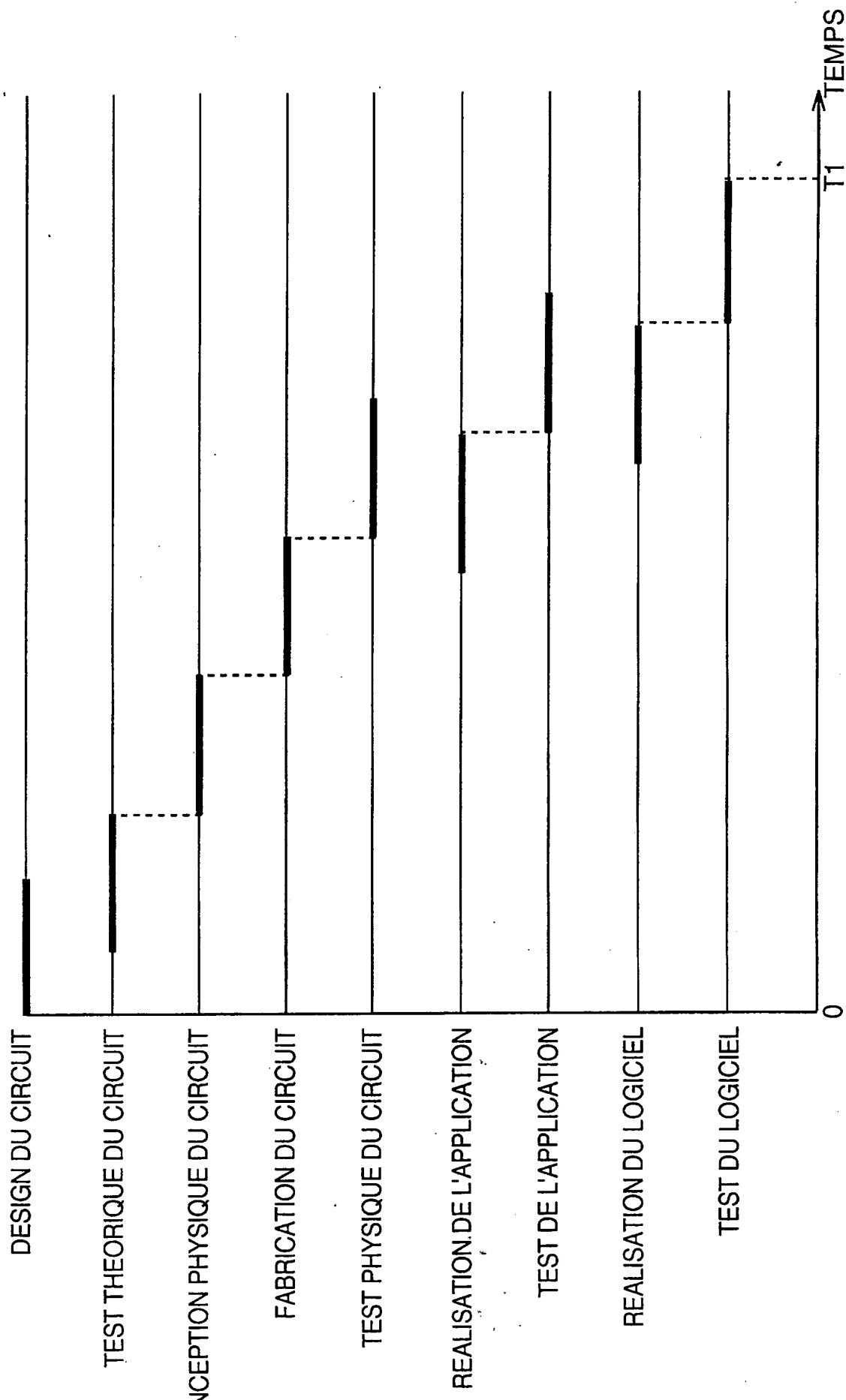


FIG. 3

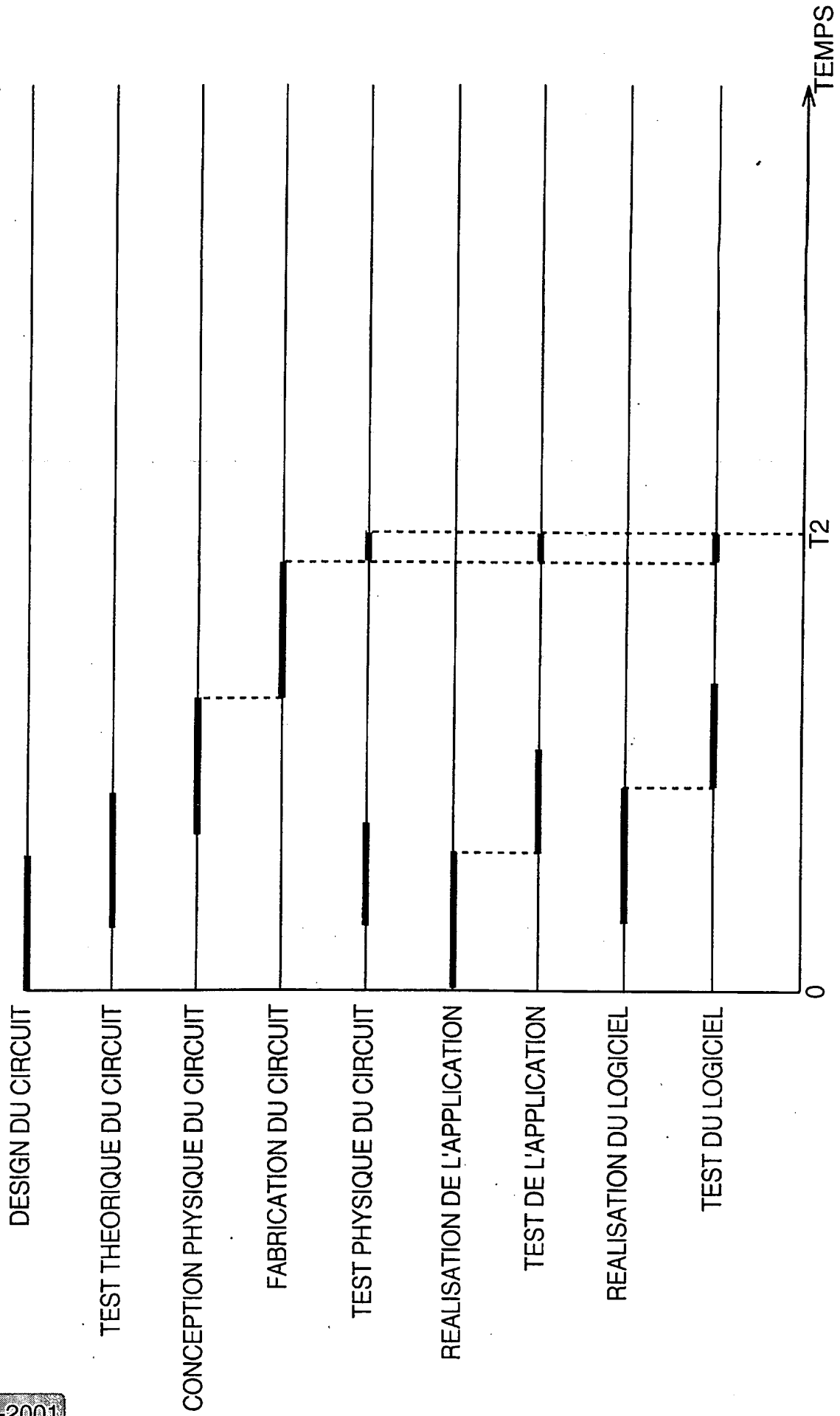


FIG. 4